

Über das Chiasma nervorum opticorum des Menschen und
der Thiere.

Von Alfred v. Biesiadecki.

(Mit 1 Tafel.)

Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 19. Juli 1860.)

Die ältesten zwei Ansichten, erstens, dass im Chiasma die Fasern des *Nervus opticus* sich vollständig kreuzen ¹⁾, und zweitens, dass sie sich nur an einander legen ²⁾ und ohne Kreuzung verflechten, machten in neuerer Zeit einer dritten Platz, die eine unvollständige Kreuzung der Fasern annimmt.

Joh. Müller ³⁾, indem er eine anatomische Begründung für die Lehre von den identischen Stellen der Netzhäute suchte, nahm an, dass beim Menschen und denjenigen Thieren, deren Horopteren sich theilweise decken, die äusseren Fasern des *Tractus opticus* zum Nerven desselben Auges, und die inneren zum Nerven des entgegengesetzten Auges übergehen, wobei er auch commissurenartig verlaufende Fasern zwischen den peripherischen und centralen Ursprüngen der Nerven beobachtet zu haben glaubte.

Diese Ansicht wurde mit sehr geringen Abweichungen über die Zahl der einen oder der anderen Fasern beim Menschen übereinstimmend angenommen von Todd-Bowmann ⁴⁾, Arnold ⁵⁾ u. A. bis auf Hannover, ⁶⁾ der zu diesen drei Arten von Fasern eine

1) Diese Ansicht bestand schon vor Galen, auch nahmen sie Sömmering, Ebel, Nöthig und Andere an.

2) Galen, Vesal, Santorini, Monro und And.

3) Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes des Menschen und der Thiere etc. Leipzig 1826, pag. 83.

4) *The physiological Anatomy and Physiology of man*. London 1859. V. II, pag. 37.

5) Anatomie.

6) Das Auge. Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Pathologie dieses Organes. Leipzig, 1852, pag. 2.

vierte hinzufügte, Fasern die von der *substantia perforata antica major* auf das Chiasma und auf die Nerven sich erstrecken.

Ich unternahm unter Anleitung meines hochverehrten Lehrers Prof. Brücke die Untersuchung desselben Gegenstandes und suchte, die Schwierigkeit derselben einsehend, sie durch Vergleichung mit Thieren, namentlich solchen, die mit beiden Augen Gegenstände fixiren, zu erleichtern.

Ich ging zu diesem Zwecke auf dreierlei Wegen vor.

Erstens: Ich machte Schnitte von in Chromsäure gehärteten Präparaten und untersuchte sie mikroskopisch.

Zweitens: Ich zerzupfte die in Chromsäure gehärteten und in concentrirte Kalilösung hineingelegten Chiasmen, wobei das zwischen die einzelnen Nervenbündel sich hineinschiebende Bindegewebe theils mehr durchsichtig wurde als die Nervenfasern, so dass man im Sonnenlichte den Verlauf der Fasern verfolgen, theils sich vollständig auflöste, so dass man mit Leichtigkeit die Nervenbündel abheben konnte.

Drittens: Ich untersuchte die Chiasmen von auf einem Auge blinden Menschen und Thieren.

Chiasma der Fische.

Ich beginne mit der Untersuchung der Fische, als derjenigen Classe der Wirbelthiere, bei deren grösserer Zahl, nämlich den Grätenfischen, das Chiasma aus einer gekreuzten Übereinanderlagerung der Nerven besteht.

Nach den Angaben von Carus¹⁾, Joh. Müller²⁾ und Hannover³⁾ soll aber die Kreuzung und die Vereinigung der Nerven bei den Fischen von einander geschieden sein, indem die Wurzeln vor ihrem Austritte aus dem Gehirne sich durch ziemlich starke Commissuren vereinigen.

So nach Hannover beim Hechte, Dorsche und Schollen.

Zugleich soll der Nerv sowohl der Gräten- als Knorpelfische nicht mehr aus einzelnen Nervenfasern bestehen, sondern aus einer continuirlichen Membran, die in viele Falten gelegt ist, in welche

¹⁾ Versuch einer Darstellung des Nervensystems und insbesondere des Gehirns nach ihrer Bedeutung. Entwicklung und Vollendung. Leipzig 1814, pag. 131.

²⁾ L. c. pag. 133.

³⁾ L. c. pag. 23.

überall die weiche Hirnhaut eingeht, während die harte Hirnhaut sämtliche Falten zu einem cylindrischen Sehnerven vereinigt ¹⁾).

Ich untersuchte das Chiasma des *Esox lucius*, *cyprinus carpio-leuciscus*, *salmo salar*, *salmo faria* und *lucioperca*.

Beim *Esox lucius* entspringen beide Nerven durch einen Gehirnvorsprung von einander getrennt, vor welchem zwei weisse bogenförmige Stränge, die Hannover beschrieben und abgezeichnet hat, die Wurzeln zu vereinigen scheinen.

Zieht man jedoch diesen Gehirnvorsprung von seiner Unterlage zurück, so geht der hintere grössere Bogen mit demselben mit, und der vordere wird so weit abgezogen, dass man mit Leichtigkeit sieht wie derselbe an der Stelle, wo er an die Wurzeln angrenzt, auch endigt und so mit den Sehnerven gar keine Verbindung hat.

Beim *Cyprinus carpio* entspringen beide Sehnerven unmittelbar neben einander, der rechte Nerv legt sich über den linken. Die Nerven sind sehr lang, bis über die Kreuzung deutlich gefurcht, nach der Kreuzung vom dicken Neurilemma umgeben, bilden sie einen rundlichen Strang. Der Ursprung der Nerven aus dem Gehirne ist durch einen Gehirnvorsprung verdeckt, nach dessen Abziehen man die unmittelbar neben einander liegenden Sehnerven sich im Gehirne verlieren sieht.

Gleiches findet man bei den anderen oben angeführten Fischen.

Aus dem Umstande, dass man den Nerv im frischen Zustande beliebig in eine Membran entfalten kann, darf man begreiflicher Weise den Schluss nicht ziehen, dass der Sehnerv der Fische keine faserige Bildung besitze, denn legt man einen Nerv in Kalilösung, so zerfällt er in einzelne Nervenbündel, indem die dieselben zusammenhaltende *pia mater* sich in Kali auflöst.

Auch sieht man an Querschnitten ganz genau querdurchschnittene Nervenfasern mit dem centralen Axencylinder und dem ihn umgebenden Nervenmarke.

Chiasma der Amphibien.

Carus ²⁾) beschrieb zuerst bei den Amphibien die blätterförmige Kreuzung der Sehnerven. Die Sehnervenwurzeln theilen sich in

¹⁾ Joh. Müller l. c. pag. 136.

²⁾ L. c. pag. 188.

Blätter, die sich im Chiasma durcheinander schieben ähnlich den durchgeschobenen Fingern beider Hände.

Joh. Müller ¹⁾ bestätigte die blätterförmige Beschaffenheit des Chiasma mit dem Zusatze, dass nur der kleinste und innerste Theil der Wurzel zum entgegengesetzten Nerven hinziehe, der grössere Theil aber auf der selben Seite bleibe.

So bei der *Lacerta ocellata*, der *Emis Europaea* und der *Tropidonotus Natrix*.

Nach Hannover's Angabe ²⁾ sind die sich kreuzenden Fasern zahlreicher als die seitlichen Übergangsfasern. Zugleich soll eine hintere Commissur existiren.

Ich untersuchte aus der Classe der Amphibien das Chiasma des Frosches, der Schildkröte und der Ringelnatter und kann denselben nur die blätterförmige Beschaffenheit des Chiasma zusprechen, nicht aber die Semidecussation, indem ich an Längsschnitten des Chiasma aller dieser Thiere unzweifelhafte Präparate besitze, die den vollständigen Übergang der Wurzelfasern zum entgegengesetzten Nerven beweisen.

Was die commissurenartig verlaufenden Fasern der Ringelnatter anbelangt, so ist eine solche Commissur als ein weisser Strang zwischen den beiden Wurzeln mit blossem Auge schon zu erkennen. Bei näherer Untersuchung jedoch findet man, dass er nicht zusammen mit den Wurzeln verläuft, sondern, sich gegen das Innere des Gehirns wendend, Gehirnfasern darstellt, die gar nichts mit dem Sehnerven als solchen zu thun haben.

Das Chiasma der Ringelnatter aber stellt eine vollständige Kreuzung der Fasern dar.

Chiasma der Vögel.

Carus ³⁾, Meckel ⁴⁾, Joh. Müller ⁵⁾ und Hannover ⁶⁾ beschrieben eine blätterförmige Beschaffenheit des Chiasma der Vögel.

¹⁾ L. c. pag. 133.

²⁾ L. c. pag. 22.

³⁾ L. c. Taf. IV, Fig. IX.

⁴⁾ Anatomie des Gehirns der Vögel. Deutsches Archiv für die Physiologie Bd. II. pag. 25.

⁵⁾ L. c. pag. 124.

⁶⁾ L. c. pag. 22.

Carus und Meckel beschrieben einen vollständigen Übergang aller Blätter zum Nerven des entgegengesetzten Auges; Joh. Müller und Hannover eine Kreuzung der inneren Fasern und einen Übergang der äusseren Fasern zum Nerven derselben Seite; Letzterer beschrieb auch eine hintere Commissur.

Ich untersuchte das Chiasma des Huhns, des Truthuhns, der Gans, der Taube, der Krähe und kann ebenso wie bei den Amphibien nur die blätterförmige Beschaffenheit der Vogel-Chiasmen bestätigen, nicht aber die Semidecussation und die hintere Commissur.

Ich beschreibe nur das Chiasma der Taube und was von diesem gilt, gilt auch für die anderen angeführten Vögel.

Die Sehnervenwurzeln entspringen mit einer breiten aber dünnen Basis von den Vierhügeln und ziehen an Breite verlierend aber an Dicke zunehmend nach vorne, wo sie sich begegnen und nachdem sie das Chiasma gebildet haben, zu den runden und kurzen Sehnerven werden. Daraus erklärt sich das Missverhältniss, welches an Längsschnitten zwischen der Dicke des Nerven und der Wurzel auffällt.

Macht man nun an in Chromsäure gehärteten Taubenchiasmen horizontale mit der Längsaxe parallele Schnitte, so sieht man schon mit blossen Auge, wie die Richtung aller Fasern bei jedem Schnitte sich ändert, indem die Fasern je nach dem auffallenden Lichte ihre Farbe verändern.

Sah man bei einem Schnitte die Fasern der rechten Wurzel übergehen zu den Nerven des linken Auges, so sieht man beim nächsten Schnitte die Fasern der linken Wurzel übergehen zum Nerven des rechten Auges, und zwar durch die ganze Dicke des Nerven hindurch.

Untersucht man einen in karminsaurem Ammoniak roth imbibirten Schnitt unter dem Mikroskope, so sieht man die Bestätigung der mit dem blossen Auge gemachten Beobachtung.

Das Bindegewebe, welches sich im Nerven zwischen die einzelnen Bündel von Nervenfasern einschleibt, setzt sich durch das Chiasma in die Wurzeln fort und zeigt auch schon bei kleinen Vergrösserungen die Richtung der Fasern an, und so sieht man nicht nur die inneren Fasern sich kreuzen, sondern auch die äusseren Fasern der Wurzel mit den äusseren des Nerven einen heinahe rechten Winkel bilden und zu den inneren des entgegengesetzten Nerven werden.

An dickeren Schnitten sieht man die Bindegewebsstreifen eines Blattes mit denen des unteren in entgegengesetzter Richtung

ziehenden Blattes sich kreuzen und auf diese Art quadratförmige Räume bilden.

An senkrechten mit der Breitenaxe parallelen Schnitten bekommt man ein verschiedenes Bild, je nachdem der Schnitt die beiden äusseren Winkel vereinigte, oder je nachdem der Schnitt mehr oder weniger nach vorne oder hinten von den Winkeln entfernt gemacht worden ist.

War das Letztere der Fall, so sieht man an Querschnitten mit blossen Auge nur die inneren Partien zickzackförmig in einander geschoben, die äusseren aber gleichmässig blätterlos; ein Bild, das Joh. Müller bewog die Semidecussation anzunehmen, was aber dadurch keineswegs bewiesen wird, inden die äussern blätterlosen Partien die noch nicht bis zum Chiasma angelangten Fasern der Wurzeln respective Nerven sind; denn verbindet man mit dem Schnitte die äusseren Winkel, so bekommt man der ganzen Breite nach Querschnitte der sich einander deckenden Blätter.

Ebenso klar, wie in den äusseren Winkeln die Fasern der Wurzel mit denen des Nerven sich kreuzen, sieht man auch im hinteren Winkel die Fasern der beiden Wurzeln sich kreuzen und zwischen sie die Gehirnssubstanz sich einschieben ohne jedwede Spur von commissurenartig verlaufenden Fasern.

Um mich noch genauer über die Bildung des Chiasma bei den Vögeln zu überzeugen, durchschnitt ich den Schuerv einer Taube am 31. Mai und untersuchte das Gehirn am 6. Juli.

Den durchschnittenen Nerv und die entgegengesetzte Wurzel fand ich stark atrophisch, gelblich, durchsichtig, in Chromsäure gehärtet lichter gelb gefärbt, als den andern Sehnerven, und zwar ging diese lichtgelbe Färbung durch die ganze Dicke der Wurzel hindurch, während die gesunde Wurzel vom Gehirne sich durch ihre dunkelbraune Färbung unterschied.

An Schnitten vom atrophirten Nerven und seiner Wurzel fand man einzelne vollständig erhaltene Nervenröhren, während an den meisten Fasern die Axencylinder wohl noch zu sehen waren, aber das Nervenmark beinahe geschwunden war. Zugleich färbten sich die Schnitte von denselben in carminsaurem Ammoniak schneller und stärker roth, als die der gesunden Wurzel und als die übrige Gehirnssubstanz.

Ein besonderes Interesse knüpfte ich an die Untersuchung' des Chiasma der Eulen, als einer Familie von Vögeln, die mit beiden Augen Gegenstände fixiren.

Leider konnte ich aber zu keinem so sicheren Resultate gelangen wie bei den andern Vögeln, indem ich nicht hinreichend frische Objecte zur Untersuchung bekam.

Ich konnte an horizontalen, der Längenaxe parallelen Schnitten die einzelnen Nervenfasern nicht mehr so genau verfolgen. Nach der Vertheilung des Bindegewebes zu urtheilen, fand indessen hier dieselbe vollständige Kreuzung wie bei den Tauben Statt.

Chiasma der Säugethiere.

Die einzige mir bekannte Untersuchung über das Chiasma der Säugethiere ist die von Joh. Müller ¹⁾.

Joh. Müller untersuchte das Chiasma des Ochsen, des Pferdes und des Affen und kam zu dem Resultate, dass die kleinste äussere Zahl der Wurzelfasern zum Nerven derselben Seite, die grössere aber zu dem der entgegengesetzten Seite übergeht.

Chiasma des Kaninchens.

Beim Kaninchen stossen die breiten bandförmigen Wurzeln unter einem mehr als rechten Winkel zusammen, bilden dann das viereckige Chiasma, aus dessen seitlichen vorderen Flächen die beiden runden Schnerven entspringen.

Die Grenze zwischen Chiasma einerseits, Nerven und Wurzeln andererseits ist durch eine Erhöhung des ersteren angedeutet.

Im frischen Zustande liess es sich nicht entscheiden, ob die im hinteren Winkel des Chiasma liegenden Fasern sich auch kreuzen, oder ob sie commissurenartig verlaufen, indem eine kleine hintere Partie der Fasern von den vorderen Fasern durch eine seichte längliche Einbuchtung geschieden ist.

Da auch die der Längenaxe parallelen Schnitte keinen bestimmten Aufschluss über den Verlauf der im hinteren Winkel liegenden Fasern gegeben haben, indem man aus denselben nur so viel ersieht dass die zum Nerven hinziehenden Fasern sich zu einander neigen, so extirpirte ich am 31. Mai einem Kaninchen ein Auge und untersuchte das Chiasma am 1. Juli.

Den durchgeschnittenen Nerv und die entgegengesetzte Wurzel fand ich atrophisch, röthlich, durchsichtig, gegen das Chiasma stark

¹⁾ L. c. pag. 117.

abgegrenzt, auf der der atrophirten Wurzel entsprechenden Seite die längliche Vertiefung im Chiasma stärker ausgeprägt als auf der anderen Seite.

In Chromsäure gehärtet war der durchschnittene Nerv und die ganze entgegengesetzte Wurzel lichtgelb gefärbt, der andere Nerv und die entsprechende Wurzel dunkelbraun.

Dass alle Fasern der dem durchschnittenen Nerven entgegengesetzten Wurzel und die im hintern Winkel verlaufenden zweifelhaften Fasern degenerirten, machte der Umstand wahrscheinlich, dass an Querschnitten die ganze Wurzel die lichtgelbe Färbung zeigte, und von der ebenfalls lichtgelb gefärbten Gehirnssubstanz nicht zu unterscheiden war, während die andere Wurzel von der Gehirnssubstanz durch die dunkelbraune Färbung abstach.

Mikroskopisch fand man im durchschnittenen Nerven und in der entgegengesetzten Wurzel einzelne Nervenröhren, bei den meisten Fasern sah man die Contouren nicht mehr genau und oft nur den Axencylinder. Die andere Wurzel enthielt vollständig erhaltene Nervenfasern.

Chiasma des Hundes.

Durch die Güte des Herrn Prof. Ludwig bekam ich den Kopf eines einseitig blinden Hundes, wo die Degeneration der entgegengesetzten Wurzel die vollständige Kreuzung der Sehnerven im Chiasma ausser allen Zweifel setzte.

Den Nerv konnte ich beim Auspräpariren aus der Orbita nicht mehr seiner ganzen Länge nach verfolgen, indem er von dem ihn umgebenden Fette nicht mehr zu unterscheiden war und nur am Chiasma und dem atrophirten Bulbus hingen Stücke von Nervenüberresten.

Hinter dem Chiasma war an der Stelle der Wurzel ein schmaler in Chromsäure lichtgelb gefärbter Streifen bemerkbar, der ebenso wie der Nerv beim Berühren in eine amorphe Masse zerfiel.

Der andere Nerv und die Wurzel liessen keine degenerirten Fasern erkennen.

An horizontalen mit der Längsaxe parallelen Schnitten sah man alle Fasern der gesunden Wurzel übergehen zum entgegengesetzten Nerven, nachdem sie im Chiasma eine zweimalige Beugung erlitten hatten. In dem gesunden Nerv sah man die einzelnen Nervenröhren

mit ihrem Axencylinder; während die Nerven und Wurzelüberreste der anderen Seite in karminsaurem Ammoniak viel stärker roth gefärbt, keine bestimmte Faserung an sich erkennen liessen.

An der Kreuzungsstelle beider Nerven bemerkte man nur die gesunden Nervenfasern, keine Spur von degenerirten Nervenröhren.

Ich hielt die Untersuchung eines Chiasma vom gesunden Hunde nicht mehr für nöthig, indem dieser pathologisch-anatomische Fall den deutlichsten Beweis für die vollständige Kreuzung abgibt.

Chiasma des Pferdes.

Einen gleichen Befund über die vollständige Kreuzung der Fasern im Chiasma erhielt ich auch beim Pferde.

Schon die oberflächliche Anschauung des Pferde-Chiasma lässt eine solche Structur voraussetzen, indem das Chiasma des Pferdes beinahe die doppelte Dicke der Wurzel hat. Auf der unteren Fläche ist das Chiasma über den Nerv erhaben und von jeder Wurzel zieht gegen das Chiasma je ein Fortsatz, der bis zum vorderen Winkel mit seiner Spitze reicht, indem er immer dünner wird und in der Mitte des Chiasma mit dem der anderen Seite in einer Linie zusammentrifft, welche den vorderen Winkel mit dem hinteren vereinigt.

Dass die Fasern in diesem Fortsatze nicht zum Nerven derselben Seite gehen, beweist schon ihre Richtung, ferner die genaue Begrenzung des Chiasma's gegen den Nerv, dann das Zerzupfen eines in Kalilösung hineingelegten Chiasma, indem man mit der Loupe die in der Mitte verlaufende Linie als die Kreuzungslinie der sich treffenden beiden Fortsätze erkennt und endlich der Umstand, dass bei Degeneration eines Nerven der entgegengesetzte Fortsatz degenerirt.

Die obere Fläche des Chiasma ist breiter als die untere, das Chiasma geht in den Nerv ohne irgend welche Begrenzung über, während es gegen die Wurzeln begrenzt ist.

Dass übrigens auch die äusseren Fasern der Wurzel zum entgegengesetzten Nerven gehen und folglich eine vollständige Kreuzung im Pferde-Chiasma stattfindet, ersieht man am besten aus einem pathologisch-anatomischen Falle, einer Atrophie des Sehnerven eines Auges, den ich durch die Güte des Herrn Dr. Müller, Prof. der Anatomie an dem k. k. Thierarznei-Institute, erhalten habe.

Frisch erschien der dem atrophirten Bulbus entsprechende Nerv und die entgegengesetzte Wurzel atrophisch bis in die Vierhügel,

die auch schwächer waren. Das Verhältniss des Durchmessers des kranken Nerven zum gesunden war wie 1:4, der kranken Wurzel zum gesunden wie 1:6.

In Chromsäure gehärtet, färbte sich der kranke Nerv und die Wurzel bis in die Vierhügel lichtgelb, der gesunde Nerv braungelb. An der unteren Fläche färbte sich der dem kranken Nerven entgegengesetzte oben beschriebene Fortsatz lichtgelb.

Die mikroskopische Untersuchung des kranken Nerven wies nach: Schwund der nervösen Substanz und relativ stärkere Entwicklung des Bindegewebes, das von der *Pia mater* zwischen die Bündel von Nervenfasern eindringt und an Querschnitten als ein dichtes Netzwerk erscheint, dessen Zwischenräume durch eine feinkörnige, nur schwach rothgefärbte Masse ausgefüllt werden, wenn der kranke Nerv in Chromsäure gehärtet und mit karminsaurem Ammoniak imbibirt worden ist.

In der entgegengesetzten atrophirten Wurzel nirgends eine erhaltene Nervenröhre, noch ein Axencylinder aufzuweisen, überall dicht an einander gelegtes Bindegewebe.

In dem atrophirten Vierhügel keine Veränderung aufzufinden, der Menge und der Beschaffenheit nach vollständig erhaltene in den Ganglienzellen.

Die Atrophie scheint im Schwunde der Zwischengehirnsubstanz zu beruhen.

In der gesunden Wurzel deutliche Nervenfasern mit Axencylinder und ihn umgebendem Nervenmark ohne nachweisbare Degeneration von Nervenfasern. Diese beiden Fälle von Degeneration und Schwund der entgegengesetzten Wurzel beim Pferde und Hunde sind um so wichtiger, als beide Thiere Gegenstände mit beiden Augen fixiren.

Chiasma des Menschen.

Man hat im Chiasma des Menschen vier Arten von Fasern beschrieben.

1. Fasern, die von der *Substantia perforata media* auf die obere Fläche des Chiasma verlaufen, von dort theilweise durch den vorderen Winkel auf die untere Fläche ziehen und sich im *Tuber cinereum* verlieren, theilweise zum Nerven derselben Seite übergehen.

Hannover, der diese Lage von Fasern *Commissura ansata* benennt, beschrieb sie als Gehirnfasern, Valentin¹⁾ als Sehnervenfasern.

2. Fasern, welche von der Wurzel zum Nerven derselben Seite übergehen (von Hannover *Fasciculus dexter* und *sinister* benannt), von Johann Müller zuerst als solche beschrieben. Von den meisten Physiologen später bestätigt, nehmen sie besonders den äusseren Rand des Chiasma ein.

3. Fasern, welche im vorderen und hinteren Winkel des Chiasma bogenförmig verlaufen (von Hannover *Commissura arcuata anterior* et *Commissura arcuata posterior* benannt), zuerst von Johann Müller angedeutet, später von Erdl²⁾, Todd-Bowmann und Anderen beschrieben, vereinigen die einen die peripherischen, die anderen die centralen Ursprünge der Sehnerven.

4. Fasern, die von einer Wurzel zum entgegengesetzten Nerven verlaufen (von Hannover *Commissura cruciata* benannt), verlaufen in der Mitte des Chiasma von den oben beschriebenen Fasern bedeckt und machen nach Johann Müller die grössere, nach Hannover die kleinste Zahl der Fasern des Chiasma aus.

Die bis jetzt bekannten pathologisch-anatomischen Fälle von Degeneration eines Sehnerven in Folge von einäugiger Blindheit sind nicht geeignet uns sichere Anhaltspunkte über die Structur des Chiasma des Menschen zu geben, indem von verschiedenen Autoren bald der Schwund der Wurzel derselben³⁾, bald der entgegengesetzten Seite⁴⁾, bald der Schwund beider Wurzeln⁵⁾ beschrieben worden ist. Der am öftersten vorkommende Fall ist der Schwund des Nerven bis zum Chiasma ohne Atrophie der Wurzel⁶⁾.

Ebenso wenig gibt die Pathologie irgend welche Anhaltspunkte, indem nicht alle Fälle von Hemiopie, die von Johann Müller gesammelt und in neuerer Zeit von Professor Graefe⁷⁾ zahlreich beobachtet worden sind und die man durch eine Erkrankung der Wurzeln

1) Sömmerring's Hirn- und Nervenlehre, umgearbeitet von Valentin, 1841, pag. 308.

2) Neue medicinisch-ehirurgische Zeitung. Augsburg 1843. Nr. 8, pag. 113.

3) Vesal, Valverde, Riolan, Santorini, Caldani und A.

4) Sömmerring, Ebel, Michaelis, Yalter, Cuvier und A.

5) Meckel, Cruveilhier und A.

6) Longel, Heinrich Müller.

7) Archiv für Ophthalmologie v. Donders, Arlt und Graefe.

bei vorhandener Semidecussation erklären wollte, sich dadurch erklären lassen.

Wohl sind die Fälle, wo das eine Auge auf der Schläfenseite, das andere auf der Nasenseite der Netzhaut erblindet ist, durch eine Erkrankung einer Wurzel und mit Mühe noch die Fälle der Erblindung an den innern Hälften beider Augen durch eine Geschwulst an der *Basis cranii* erklärlich; wie ist es aber in den Fällen von Hemioapie an beiden äusseren Hälften? Sind es symmetrische Geschwülste welche zu beiden Seiten die Wurzeln afficiren und auch dann nur eine bestimmte Zahl der Fasern derselben, nämlich die, welche eine Hälfte des Auges versehen?

Die Sectionsbefunde hemiopischer Fälle sind nicht bekannt.

Ich habe pathologisch-anatomische Fälle von einäugig blinden Menschen gesammelt und habe es bis zu fünf Fällen gebracht, von denen bei zweien die entgegengesetzte Wurzel um ein Bedeutendes atrophirt war. Die mikroskopische Untersuchung wies Schwund der Nervensubstanz und stärkere Entwicklung des Zwischenbindegewebes im Nerven, in der atrophirten Wurzel gar nichts abnormes, vollständig erhaltene Nervenröhren mit deutlichem Axencylinder und Nervenmark nach. Die Atrophie scheint in einer nicht nachweisbaren Abnahme der Dicke der einzelnen Nervenfasern zu bestehen.

Bei drei Fällen ist die Veränderung nur bis zum Chiasma gediehen, ohne dass zwischen dem gesunden Nerven und den Wurzeln irgend welches abnorme Verhältniss nachzuweisen wäre.

Die beiden ersten Fälle beweisen also so viel, dass der grössere Theil der Fasern zum entgegengesetzten Nerven hinzieht.

Das Zerpupfen der in Chromsäure gehärteten und dann in Kalilösung hineingelegten Chiasmen ergab folgendes Resultat.

Obere Fläche des Chiasma vom Menschen.

Zieht man die *Pia mater* vorsichtig vom Gehirn und dem Chiasma ab, so präsentirt sich zuerst eine Schichte von Fasern, die vom Gehirn absteigend, brückenförmig zum Chiasma hinüberläuft, den hinteren Winkel desselben verdeckt, sich in einem Halbkreis an das Chiasma anlegt und über die ganze obere Fläche desselben sich ausbreitet; da sich diese Fasern in Chromsäure lichter gelb färben, so kann ihre Ausbreitung genau angegeben werden. In manchen Fällen beschränken sie sich nur auf die obere Fläche des Chiasma

und nur einzelne Bündel steigen vom *Tuber cinereum* auf die untere Fläche, in manchen Fällen ziehen aber diese Fasern von der oberen Fläche durch den vorderen Winkel auf die untere und auf die Nerven, dann überzieht eine dünne Lage von ähulichen in Chromsäure sich lichtgelb färbenden Fasern auch die Wurzeln. Am stärksten ist diese Lage von Fasern zu beiden Seiten des hinteren Winkels, schwächer in der Mitte des Chiasma, oft reissen sie beim Abziehen der *Pia mater* an dieser Stelle und lassen eine Öffnung frei, welche hineinführt in die unter ihnen liegende Höhle, die mit der dritten Gehirnkammer in directer Verbindung steht. Denn öffnet man die dritte Gehirnkammer durch Entfernung des Balkens und des *Plexus choroideus medius*, so sieht man unter der *Commissura anterior* den *Aditus ad infundibulum*. Dieser Zugang wird durch den in ihn hineinragenden hinteren Winkel des Chiasma eingetheilt in einen unteren kleinen Gang, der unter die untere Fläche des Chiasma zum Infundibulum führt, d. i. der eigentliche *Aditus ad infundibulum* und in eine obere Höhle, welche über dem Chiasma liegt, nach unten von einem Theil der oberen Fläche des Chiasma, nach oben von den brückenförmig vom Gehirn zum Chiasma absteigenden Fasern begrenzt wird, und welche Arnold in seiner Anatomie erwähnt. Das Ependyma kleidet diese Höhle und den in die Höhle hineinragenden hinteren Winkel des Chiasma aus.

Es ist nun die Frage, sind diese Fasern wirklich Gehirnfasern als welche sie Hannover angibt — es ist dies seine *Commissura unsata* — oder sind es Sehnenfasern, als welche sie Valentin betrachtet?

Im frischen Zustande sind sie von den andern Fasern des Sehnerven an der Farbe nicht zu unterscheiden, mit der Pincette angefasst sind sie aber viel fester und zäher, lassen sich stark ausdehnen und reissen sehr schwer.

Unter dem Mikroskope ohne Zusatz von Wasser sieht man sehr dichte feine Bindegewebsfasern, durchzogen von variösen Nervenröhren, nach Zusatz von Essigsäure verlieren die Fasern ihre Contouren, werden durchsichtig, während die Nervenfasern deutlicher hervortreten, ebenso nach Zusatz von Kalilösung.

In Chromsäure gehärtet färben sie sich lichter gelb als die anderen Fasern des Sehnerven und als die Gehirnsubstanz, lassen sich von ihrer Unterlage mit Leichtigkeit abziehen, sind zähe, elastisch, und werden in Kalilösung ganz durchsichtig.

Unter dem Mikroskope sieht man an den in Chromsäure gehärteten Präparaten feine Fasern von Bindegewebe, ohne dass man dazwischen Nervenfasern entdecken kann. Diese Eigenschaften kommen dem Bindegewebe zu und die einzelnen Nervenfasern, deren ich oben erwähnte und die nur an frischen Präparaten, wo diese Schichte von Fasern von der Nervensubstanz schwer zu unterscheiden ist, sich vorfinden, sind wahrscheinlich beim Abziehen vom Nerven mitgerissen worden.

Diese Schichte von Fasern stellt einen Theil der vorderen oberen Begrenzungsfläche der dritten Gehirnkammer dar; hat man sie von ihrer Unterlage abgezogen, so hat man die eigentliche obere Fläche des Chiasma vor sich.

Die Grenze zwischen Chiasma und Wurzel ist durch eine Erhöhung des ersteren gegen die Wurzeln namentlich stark im äusseren Winkel ausgeprägt. Man sieht den continuirlichen Verlauf der Fasern vom Nerven bis zum hinteren Winkel des Chiasma; der innere Theil der Fasern des Nerven geht schon auf der oberen Fläche zur entgegengesetzten Wurzel, die äusseren Fasern dagegen kreuzen sich erst im Winkel und verlaufen in der Wurzel von innen nach aussen, indem sie die anderen Fasern der Wurzel kreuzen.

Von dieser Regel fand ich an einzelnen Chiasmen eine auffällende Ausnahme, die darin bestand, dass die Fasern vom Nerven in einen immer dünneren Fortsatz ausliefen, der eine innere Convexität und äussere Concavität besass und mit seiner Spitze zur Seite des hinteren Chiasma-Winkels endigte. Mit der Convexität berührten sich die beiden Fortsätze in der Mitte des Chiasma und bildeten auf diese Weise zwei entgegengesetzte Winkel, einen vorderen und einen hinteren. Der vordere war ausgefüllt von einer Lage von Fasern, die vom vorderen Chiasma-Winkel in ein Bündel gesammelt zum Nerven ziehen und denselben von innen nach aussen kreuzen; der hintere Winkel dagegen war vertieft und nach hinten begrenzt durch eine Wulstung von Fasern, die commissurenartig zwischen beiden Wurzeln verlief und von Ependyma überzogen war, die Fasern in diesen Fortsätzen schienen auf derselben Seite des Nerven zu bleiben.

Untere Fläche des Chiasma vom Menschen.

Die untere Fläche hat mit der oberen in so ferne Ähnlichkeit, als an ihr derselbe Vorgang, nur verkehrt, stattfindet.

Hier ist das Chiasma gegen den Nerv durch eine Erhöhung der Wurzeln und des Chiasma, welche in einander übergehen, begrenzt. Die Fasern ziehen von der ganzen unteren Fläche der Wurzeln zum vorderen Winkel, kreuzen sich in demselben und erscheinen auf der oberen Fläche der Nerven als ein gesammeltes Bündel, welches, im Nerven von innen nach aussen ziehend, sich mit den übrigen Fasern kreuzt.

Zwischen diesen Fasern sieht man im hinteren Winkel des Chiasma mit der Längensaxe desselben parallel verlaufende Bündel, die oft durch das Infundibulum in der Mitte eingedrückt werden.

Innere Schichte des Chiasma vom Menschen.

Verfolgt man die weitere Faserung des Chiasma durch Abheben von einzelnen Nervenbündeln, so bekommt man an gut erhaltenen Präparaten lauter Bilder, welche den Übergang der Wurzelfasern zum entgegengesetzten Nerven beweisen.

Die äusseren Fasern der Wurzeln ziehen längs des äusseren Winkels bogenförmig über dem Nerven zum vorderen Winkel und zum entgegengesetzten Nerven. Die inneren längs des hinteren Winkels bogenförmig über die Wurzel zum äusseren Winkel und zum Nerven hin.

An minder gut erhaltenen Präparaten bekommt man oft Bündel welche auf derselben Seite zu bleiben scheinen; untersucht man jedoch diese Bündel unter dem Mikroskope, so findet man sich kreuzende Nervenfasern, die nach der Kreuzung abgerissen sind.

Ebenso bekommt man Fasern, die commissurenartig zu verlaufen scheinen, öfter bekommt man sie im hinteren Winkel als im vorderen, und letzteres meistens nur in den Fällen, wo die Nerven weit aus einander stehen und der vordere Winkel desshalb einen Bogen darstellt.

Treten aber die Nerven unter einem spitzen Winkel aus dem Chiasma hervor, so sieht man, wie die im Winkel verlaufenden Fasern sich unter einander kreuzen.

Die Bilder von commissurenartig verlaufenden Fasern bekam ich besonders beim Beginne meiner Untersuchung, wo ich oft das ganze Chiasma in lauter commissurenartig verlaufende Bündel zerlegte.

Schon dieser Umstand, verbunden damit, dass beim Zerzupfen an der Grenze des Nerven respective der Wurzel die Fasern dersel-

ben abrissen, und dass, wenn ich ein feines Bündel mit Nadeln vorsichtig abzog, dasselbe von der Wurzel zum entgegengesetzten Nerven verlief, und unter dem Mikroskope als ein Bündel von ununterbrochenen Fasern sich darstellte, beweist hinlänglich, dass eine vollständige Kreuzung stattfindet.

Und so muss ich auf diesen Umstand besonders aufmerksam machen, wie leicht man sich hier täuschen könne, wie leicht man beim ersten Anblicke die meisten Fasern für commissurenartig verlaufende Fasern oder für Fasern, die auf derselben Seite verbleiben, erklären könne, und dass ich selber anfangs, wie ich mit dem Zerzupfen noch nicht gut vertraut war, viele für solche hielt, während nach genauerer Einsicht man dieselben für sich kreuzende Fasern halten muss.

Ich muss somit nach meinen Untersuchungen mit denjenigen übereinstimmen, welche angegeben haben, dass beim Menschen und bei allen Wirbelthieren im *Chiasma nervorum optitorum* eine vollständige Kreuzung der Sehnervenfasern stattfindet.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Längsschnitt eines Chiasma der Ringelnatter.

Man sieht wie die Fasern der rechten Wurzel zum linken Nerven hinziehen und an einzelnen Stellen unter ihnen die in entgegengesetzter Richtung ziehenden Fasern.

Die Wurzeln sind durch eine Commissur verbunden, zwischen ihnen bleibt ein dreieckiger Raum frei. Die Commissur zeigt nur in ihrer vorderen Partie eine faserige Bildung, in der hinteren Partie sieht man Gruppen von Ganglienzellen und in der Gehirnssubstanz zerstreute einzelne Zellen; auch ein Beweis dafür, dass sie mit dem Sehnerven keine Verbindung hat.

Fig. 2. Längsschnitt eines Chiasma der Taube.

Stellt die vollständige Kreuzung der Fasern im Chiasma dar, besonders deutlich an den äusseren Winkeln.

Im hinteren Winkel keine Spur von commissurenartig verlaufenden Fasern. Die Wurzeln sind viel schmaler als die Nerven.

Fig. 3. Chiasma eines auf einem Auge erblindeten Pferdes.

Die hier dargestellte untere Fläche des Chiasma zeigt die degenerirte entgegengesetzte Wurzel, besonders deutlich zu sehen an den Querschnitten

beider Wurzeln. Am Chiasma selbst sieht man zwei Fortsätze, der dem kranken Auge entgegengesetzte ist degenerirt.

Der gesunde Nerv und die entgegengesetzte Wurzel haben eine gleiche Dicke und einen geraden Verlauf.

Fig. 4. Untere Fläche des Chiasma vom Menschen.

Wie man sie an in Chromsäure schwach gehärteten und in Kalilösung hineingelegten Präparaten nur nach vorsichtigem Abheben der *Pia mater*, die einen Theil des rechten Nerven noch umgibt, findet.

Man sieht von der Wurzel eine Lage von Fasern, welche über dem Nerven erhaben ist und zum vorderen Winkel zieht; die Fasern der rechten Wurzel bedecken die der entgegengesetzten.

Im hinteren Theil des Chiasma sieht man der Längensaxe parallel verlaufende Fasern, die in der Mitte vom Infundibulum eingedrückt sind.

Fig. 5. Obere Fläche des Chiasma vom Menschen.

Nachdem die oberflächliche brückenförmig über den hinteren Winkel verlaufende Schichte von Fasern nach einer schwachen Härtung in Chromsäure abgezogen und das Bindegewebe in Kalilösung durchsichtig geworden ist, präsentirt sich hier diese dargestellte obere Fläche, wie man sie aber nur an einzelnen Chiasmen ausnahmsweise findet, mit einem im hinteren Winkel commissurenartig verlaufenden Wulst von Fasern. Zugleich geht von jedem Nerven zum hintern Winkel ein bogenförmig gekrümmter Fortsatz, der sich in der Mitte des Chiasma mit dem der andern Seite berührt und zur Wurzel derselben Seite Fasern abzugeben scheint.

Man hat jedoch keinerlei Sicherheit, dass man hier nicht denselben Täuschungen unterworfen sei, denen man so oft unterlegen, indem man Fasern, die auf derselben Seite bleiben, gefunden zu haben glaubte.

Meinem Collegen, Herrn R. Hofmann danke ich für die gefällige Übernahme der Zeichnungen.